

特集 空からの広域防災ネットワーク

鈴木幹雄、三浦龍、辻宏之(情報通信研究機構)

災 害により地上の道路や通信設備・ケーブル等が壊滅的な被害を受けたとき、あるいは火事や濁流、倒壊した建物、さらには有毒ガスの危険性などで地上での活動が完全にマヒしたとき、残された手段は空からのアプローチのみとなる。

急速に発展している近年の情報化社会において、地震・台風などの天災や不慮の事故、想定外の妨害等によって通信インフラに支障が出たとき、人命や社会基盤を揺るがすほどの甚大な被害をおよぼす恐れがある。このような緊急時や地上インフラではカバーしきれない地域環境やイベント時向けのテンポラリな通信基地、あるいは搜索救難のための搜索探査・通信インフラとして利用出来る、非常時・臨時に展開可能な広域航空ワイヤレス技術の研究が望まれている。

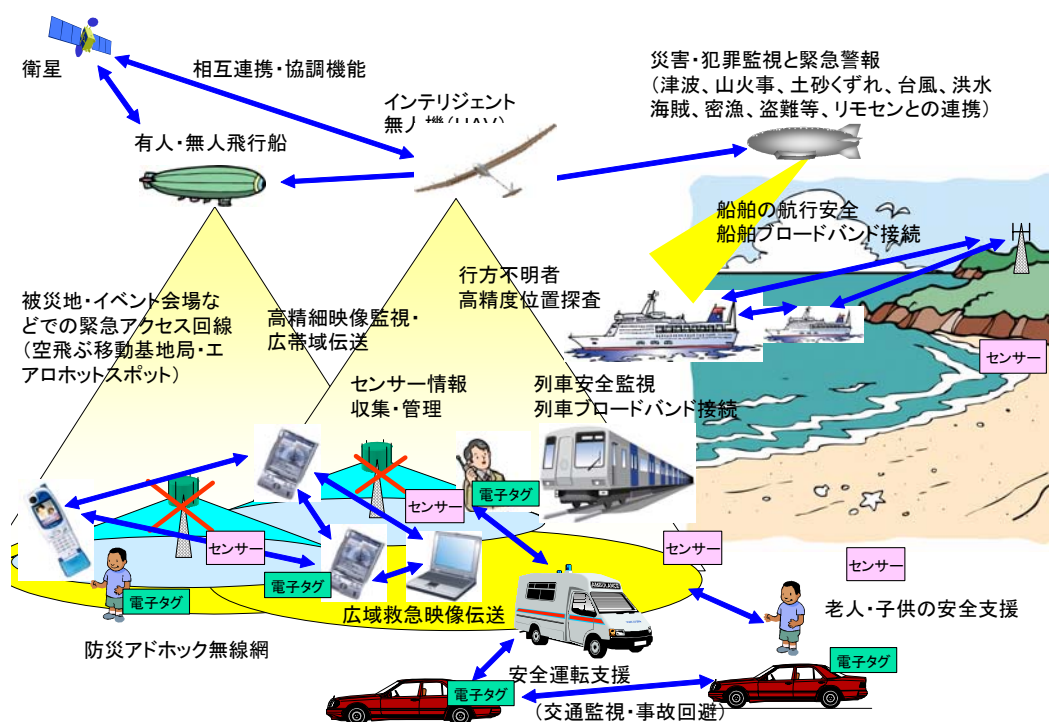


図1. 広域無線システム概念図

一方、場所を選ばず広域で使える高速無線通信への強いニーズがある中、都市部を中心に携帯電話や無線 LAN の高速化とサービスの拡大が進んでいるものの、都市部から遠く離れた地域や人口過疎地域では採算の見通しがつかないことから通信インフラの整備がなかなか進まないという現状がある。また、高速で移動する新幹線や長距離列車、沿岸を航行する船舶等の乗員や乗客についても、その通信環境は地上のそれに比べて格段の差があるのが現状である。

1. ツェッペリンNT飛行船による非常時を想定した広帯域無線中継実験

近年アレーアンテナの技術が成熟してきており、これを多素子化して出来るだけ見通しの良い高い所に設置して広域無線システムの基地局に使用することによって、過疎地域や広域を移動する列車ならびに沿岸船舶等を比較的低コストで広帯域にカバー出来る広域無線システムが導入出来る可能性が見えてきた。

情報通信研究機構ではこのようなシステムを実現するために多素子アレーアンテナを用いた広域無線システムの概念設計を行うとともに、基地局用多素子アレーアンテナ装置と送受信装置の開発に取り組み、平成 18 年度にこれを日本上空で商用運航中のツェッペリン NT 飛行船に搭載して飛行実験を実施した。

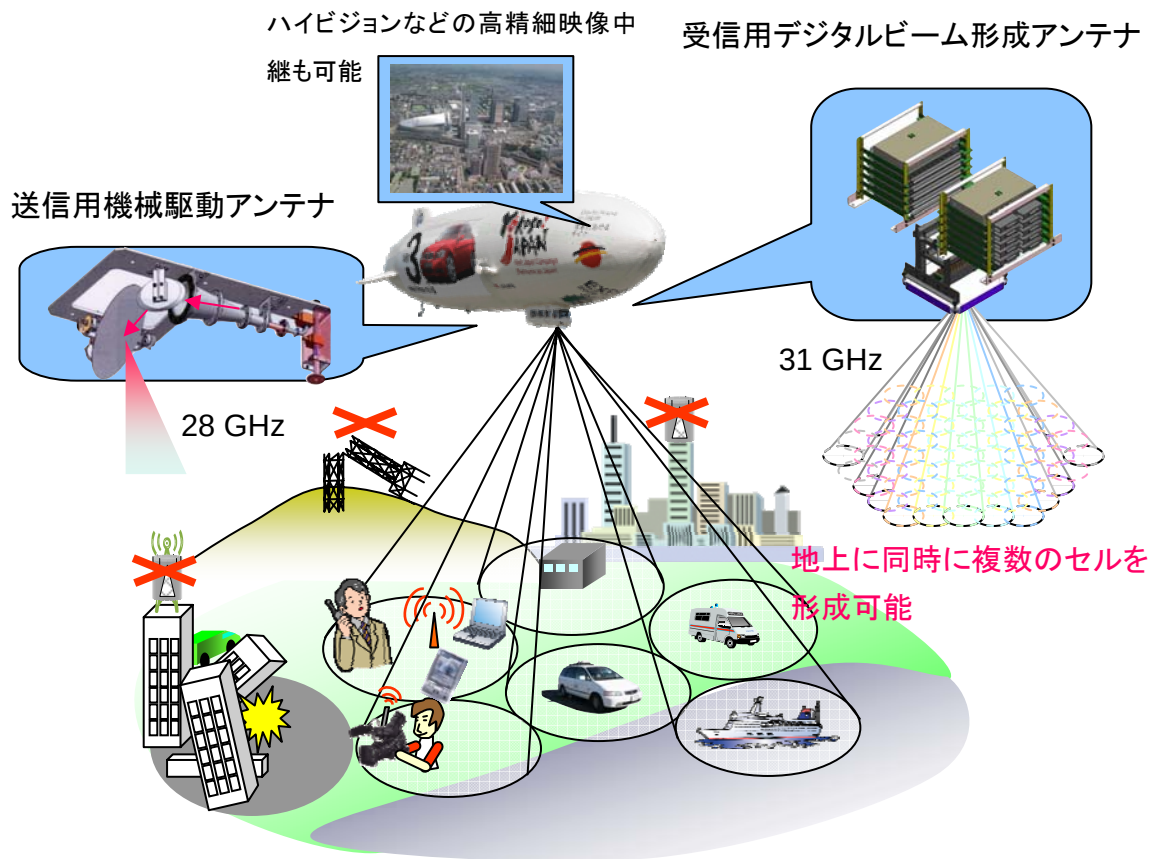


図2. 通信実験概要図

デジタルビームフォーミング(DBF)技術を用いた多素子アレーアンテナを備え、IP 網に接続された見通しの良い基地局から複数の子局方向に同時に指向性ビームを向けて、子局が移動する場合にはこれを追尾することで固定局、移動局に関わらず広域にわたって子局との間で IP による広帯域無線接続をすることが出来る広域無線システムを実現するものである。子局が移動局の場合には高速で走行する新幹線や沿岸を航行する船舶に搭載され、基地局と無線接続するアンテナを備えた移動中継局を対象とし、子局が固定局の場合は基地局からの見通し内に基地局と無線接続するアンテナが設置された固定中継局を対象とする。これらの中継局は移動体

の客室内あるいは固定局の周辺に無線 LAN ホットスポットを形成し、エンドユーザは汎用 LAN 端末を用いて IP 網に接続、インターネット、電子メール、IP 電話、ファイル転送、遠方 PC へのリモートアクセスなどのサービスを受けることができる。



図3. 飛行船全景とキャビン内搭載機器



図4. 操縦席と静かなキャビン



図5. ハイビジョンビデオカメラと移動実験車

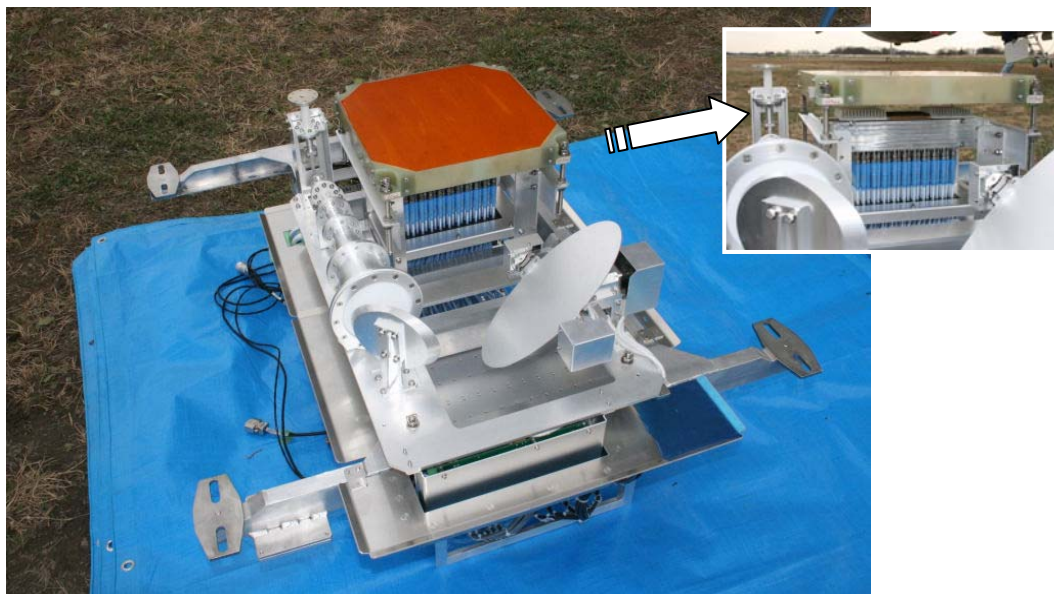


図6. 100 素子受信 DBF アンテナ外観

通信実験は2006年12月から2007年1月にかけて、飛行船の係留基地がある埼玉県と東京都下において災害時の臨時通信回線の構築を模擬して実施され、Ka 帯(28/31GHz)を使用して1ビームあたり50Mbpsの高速通信の実現、IP通信によるハイビジョン映像伝送、インターネット、電子メールの利用確認、同時に81ビーム形成可能な100素子アレーアンテナの機能性能確認などを達成出来た。

2. 無人航空機を使った無線局位置探査実験

電波を発信する無線局端末の位置情報はアンテナの制御、遭難者の探索、違法無線局の監視、緊急通報の位置探査など様々な分野への利用が期待されている。情報通信研究機構では航空機の主翼や胴体にアレーアンテナを広く分散配置して大開口アレーを構成し、高高度から高仰角で地上からの電波の到来方向を高分解能で測定することによりその位置特定を行うシステムおよびアレーアンテナの素子位置および内部位相のキャリブレーションシステムを開発し、2006年11月に米国にて無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)にアレーアンテナを搭載して実験を行った。

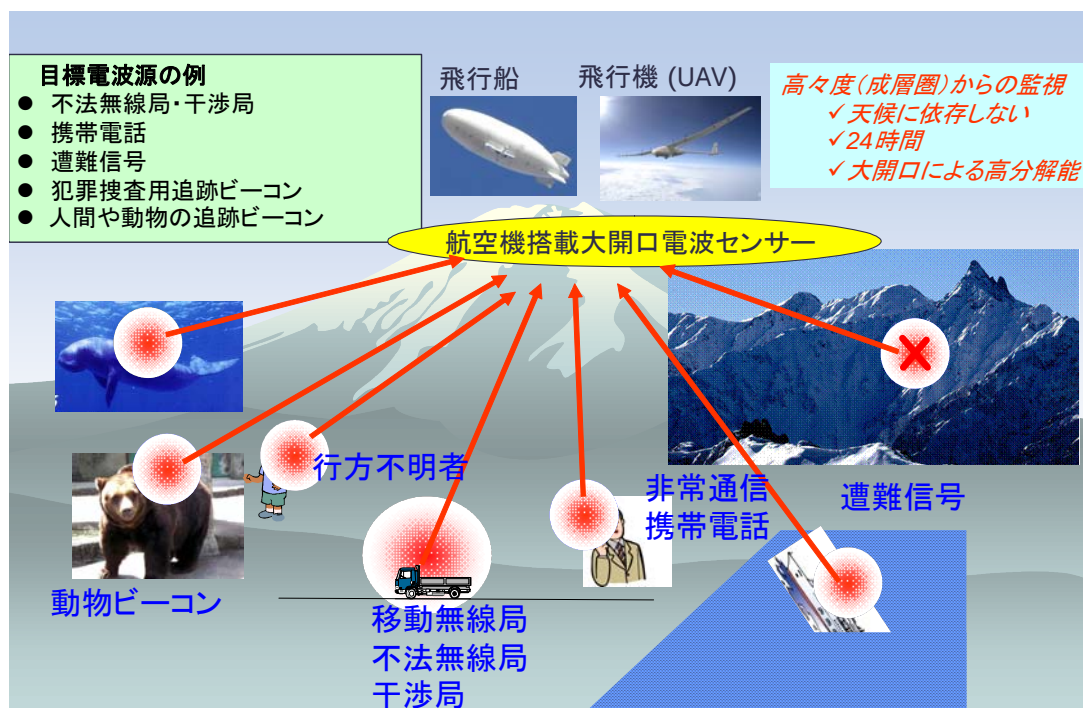


図7. 地上電波発信源の空からの高分解監視概念図

UAVとしては米国AV社のグローバルオブザーバプロトタイプ(翼長15m)を使用し、アレーアンテナは左右の主翼下部に各2素子、胴体下部に4素子、計8素子を不等間隔で配置した。地上には位置探査目標局の他に、アレーアンテナの実時間キャリブレーションを想定した校正用信号を発信する、その位置が既知の基準局を5カ所に配置して、UAVを高度約300mに巡回飛行

させた。将来的には実時間測定を目指す実験ではデータを機上でレート508Hzにてメモリに蓄え、オフライン計算を行った。

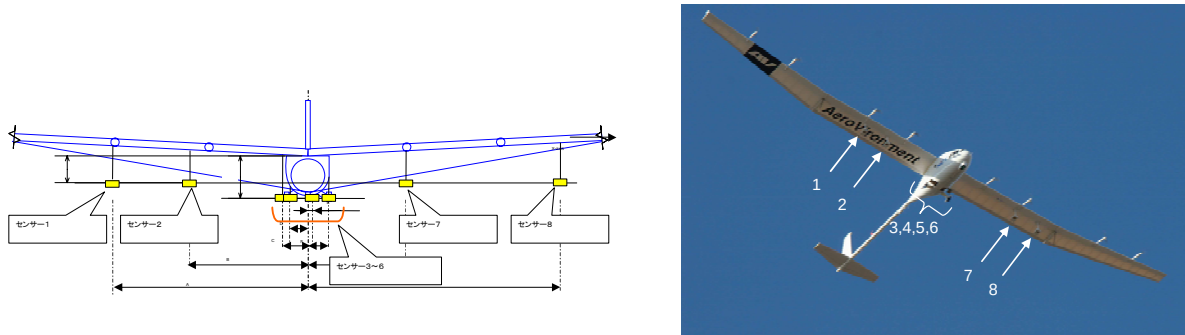


図8. 翼下および胴体下にアレーアンテナを搭載

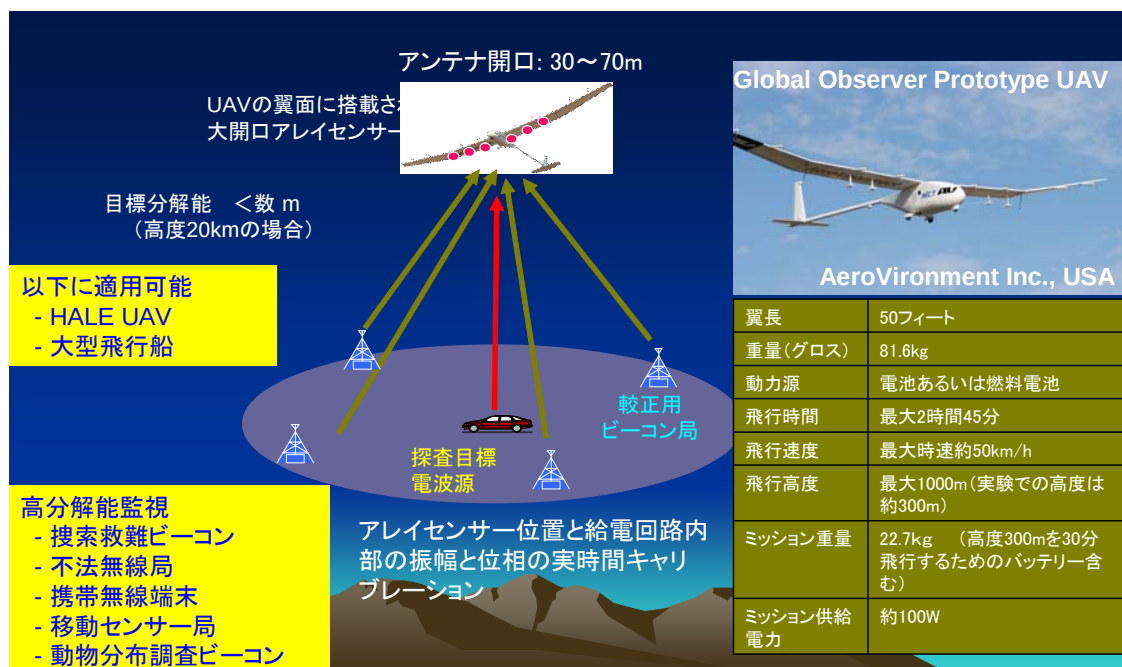


図9. 無人航空機による実験概要図

基準局の信号を用いてアンテナ素子位置と内部位相誤差を同時にキャリブレーションし、MUSIC法を適用して方位推定を行ったところ、分解能0.1度、位置推定誤差は約1.2m程度を得た。



3. まとめ

広域をカバーする事が出来る航空ワイヤレス無線通信システムは将来、無人の航空機や飛行船に搭載して非常時・緊急時の広域広帯域通信の確保・捜索救難に応用する事が出来、滞空性能の向上によつては恒常的な安心安全のための無線通信インフラとしての利用が期待出来る。また、電波源位置情報探査は違法無線局の監視以外に遭難者の探索や緊急通報の位置探査などこれも国家的なセキュリティの確保のためのツールとして有効なものであり、今年度以降もアレーアンテナをツェッペリン NT 飛行船に搭載して実証実験を行う予定である。■